CONCENTRATIONS D'INSECTICIDES BIOLOGIQUES DANS L'AIR DE CERTAINES MUNICIPALITÉS À LA SUITE DES PULVÉRISATIONS AÉRIENNES CONTRE LA TORDEUSE DES BOURGEONS DE L'ÉPINETTE, EN 1987

Québec

89-01765/

CONCENTRATIONS D'INSECTICIDES BIOLOGIQUES DANS L'AIR DE CERTAINES MUNICIPALITÉS À LA SUITE DES PULVÉRISATIONS AÉRIENNES CONTRE LA TORDEUSE DES BOURGEONS DE L'ÉPINETTE, EN 1987

Jacques Dugal, biologiste-aménagiste

Service des études environnementales

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Énergie et des Ressources
Direction de la conservation

QUÉBEC, MAI 1988

87

Dépôt légal - 3e trimestre 1988
Bibliothèque nationale du Québec
ISBN 2-550-18831-4

REMERCIEMENTS

Les appareils d'échantillonnage nécessaires à la réalisation de cette étude nous ont été prêtés gracieusement par madame Ann Carey de l'Air Monitoring Branch (USEPA) et monsieur Ernest Richardson du Maine Department of Human Service, nous les en remercions. Nos remerciements s'adressent également aux contractants qui ont effectué l'échantillonnage dans les municipalités concernées, ce sont: Mesdames Francine Hovington, Françoise Gendron et Adrienne Ouellet de même que monsieur Daniel Charon. Enfin, nous tenons à exprimer notre reconnaissance au personnel du Service des études environnementales impliqué dans cette étude:

Marie-France Bérubé, secrétaire
Céline Blanchet, technicienne de laboratoire
Pierrette Cardinal, microbiologiste
Luc Major, biologiste
Hélène Marquis, technicienne en eau et assainissement
Guy Parent, technicien de la faune
Ghislain Rousseau, technicien en eau et assainissement

Note: Le présent document a été revisé par Messieurs Gilles Gaboury et Luc Major. Monsieur Jean Cabana, microbiologiste, a également agit à titre de reviseur en ce qui a trait notamment à la section 4.2.

SOMMAIRE

Le ministère de l'Énergie et des Ressources a réalisé en 1987 une dix-huitième opération contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette (Choristoneura fumiferena, Clem.). Le Service des études environnementales du Ministère a effectué, conformément à son programme de suivi environnemental, une étude visant à évaluer la dérive de l'insecticide biologique Bacillus thuringiensis (B.t.) dans quatre municipalités localisées à proximité des secteurs traités. Au total, 159 échantillons d'air ont été prélevés entre le 15 mai et le 25 juin 1987 dans les municipalités de Colombier, Manche d'Épée, Ste-Florence et St-François d'Assise. L'analyse des échantillons a révélé des concentrations variant de non-détectées à 59,54 U.F.C./m³ et que seulement 5% des échantillons contiennent des concentrations supérieures à 1 U.F.C./m³. Comparativement aux résultats obtenus lors des années précédentes, on constate que les concentrations de B.t. dans les municipalités avoisinantes des aires traitées, diminuent depuis 1984. Des facteurs tels que la diminution des superficies traitées, les facteurs météorologiques, le type d'aéronefs utilisés de même que la composition de la préparation commerciale pourraient influencer le comportement de l'insecticide dans l'air et ainsi expliquer la différence observée entre les années.

Parallèlement à ce programme d'échantillonnage, 12 échantillons supplémentaires ont été prélevés à Manche d'Épée dans le but d'évaluer le niveau de contamination provoqué par des bactéries de type Enterococcus sp. présentes dans les préparations commerciales utilisées en 1987. De faibles concentrations de 0,05 et 0,2 U.F.C./m³ ont été détectées pendant deux des douze journées de prélèvement. L'espèce Enterococcus faecium a été identifiée comme étant responsable de cette faible contamination.

Les concentrations de B.t. et d'entérocoques détectées au cours de cette étude ne seraient pas susceptibles de représenter un risque pour la santé des citoyens des municipalités concernées.

SOMMARY

In 1987, the ministère de l'Énergie et des Ressources carried out its eighteeth operation to combat the spruce budworm (Choristoneura fumiferana, Clem.). In accordance with its environmental monitoring program, the Service des études environnementales did a study to determine the drift of the biological insecticide Bacillus thuringiensis (B.t.) in four municipalities near the treated areas. A total of 159 air samples were taken in the municipalities of Colombier, Manche d'Épée, Sainte-Florence and Saint-François d'Assise between May 15 and June 25, 1987. These samples showed concentrations ranging from non-detectable to 59.54 C.F.U./m^3; less than 5% of the samples contained concentrations higher than 1 C.F.U./m^3. If these results are compared with those of previous years, it will be seen that the concentrations of B.t. in municipalities near treated areas have gone down since 1984. A number of factors might be responsible for this: the decrease in the size of areas treated; changes in the composition of the commercial preparation; changes in the type of aircraft used; meteorological factors.

In conjunction with this sampling program, 12 additional samples were taken in Manche d'Épée to determine the level of contamination due to bacteria of the type Enterococcus sp.; these bacteria were present in commercial preparations used in 1987. Low concentrations (0.05 C.F.U./m^3 and 0.2 C.F.U./m^3) were detected on two of the twelve sampling days. Enterococcus faecium was identified as being responsible for this low-level contamination.

The concentrations of B.t. and enterococci detected during the study are not likely to represent a health hazard for the populations of these municipalities.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS ii

SOMMAIRE iii

SOMMARY iv

INTRODUCTION 1

1. TERRITOIRE 3

2. MÉTHODOLOGIE 5

2.1 Pulvérisations 5
2.2 Préparation d'insecticide 5
2.3 Localisation des stations d'échantillonnage 6
2.4 Échantillonnage de l'air 6

2.4.1 Bacillus thuringiensis 6
2.4.2 Enterococcus sp. 8

2.5 Méthode analytique 8

2.5.1 Bacillus thuringiensis 8
2.5.2 Enterococcus sp. 10

3. RÉSULTATS 11

3.1 Bacillus thuringiensis 11

3.1.1 Colombier 11
3.1.2 Manche d'Épée 11
3.1.3 Ste-Florence 11
3.1.4 St-François d'Assise 11

3.2 Enterococcus sp. 13

4. DISCUSSION 15

4.1 Bacillus thuringiensis 15
4.2 Enterococcus sp. 17

BIBLIOGRAPHIE 19

ANNEXE 1: Déroulement des opérations de pulvérisations réalisées par le MER en 1987 21

ANNEXE 2: Composition de la gélose nutritive, du Tween 80 et du milieu sélectif M. Enterococcus 22

TABLEAU 1: Concentrations d'insecticide biologique (B.t.) détectées dans les échantillons d'air prélevés dans les municipalités surveillées en 1987 12

FIGURE 1: Tordeuse des bourgeons de l'épinette - superficies traitées en 1987 4

FIGURE 2: Schéma du dispositif utilisé pour l'échantillonnage d'insecticide biologique dans l'air en 1987 7

INTRODUCTION

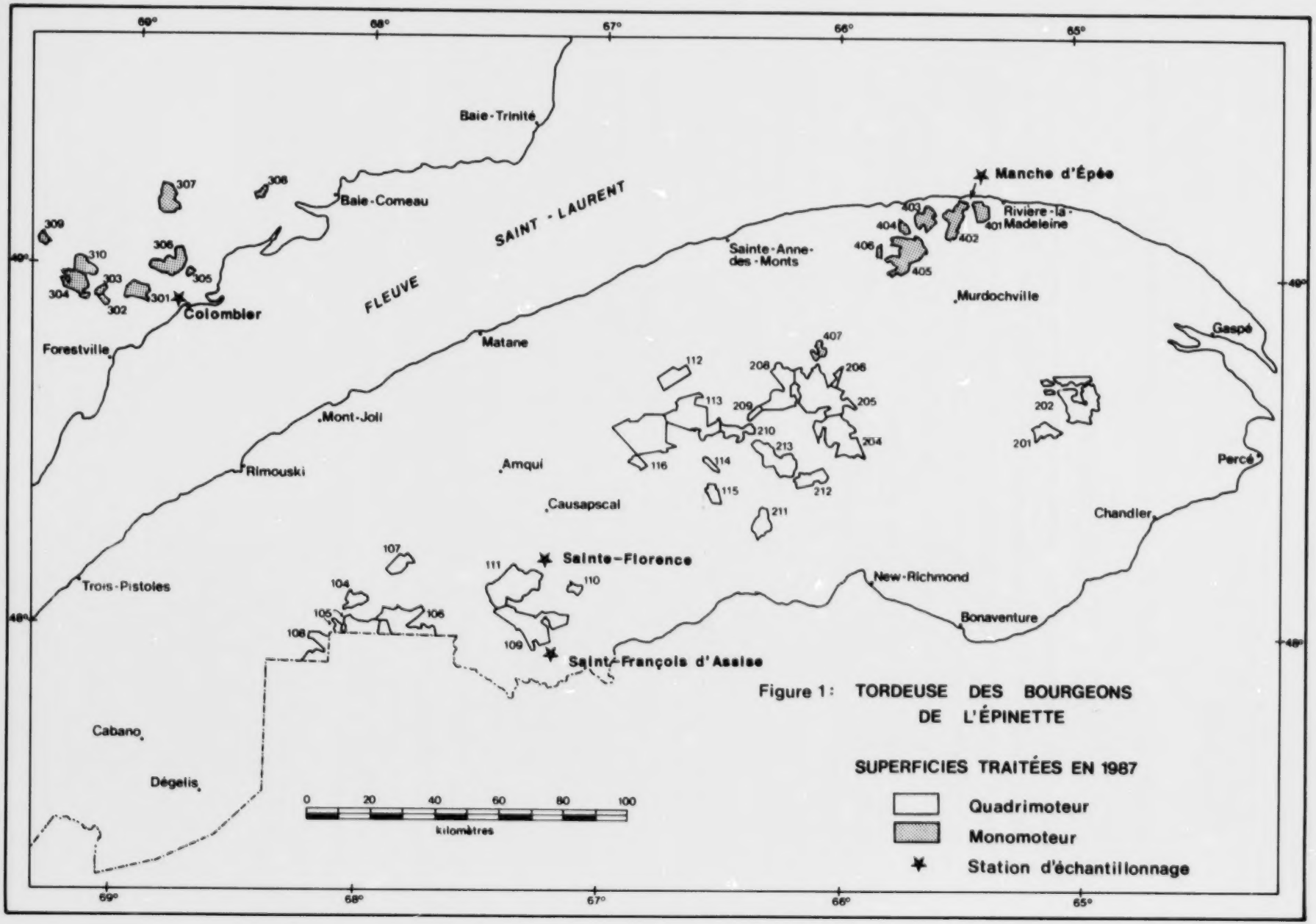
Dans le cadre de son programme de lutte contre les insectes nuisibles en milieu forestier et conformément au décret ministériel 192-85, le ministère de l'Énergie et des Ressources (MER) a entrepris, au printemps 1987, une dix-huitième opération de pulvérisations contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette (Choristoneura fumiferana, Clem.). Cette opération, qui consiste en des pulvérisations aériennes d'insecticides biologiques, a pour but de réduire les dommages causés par cet insecte en abaissant le niveau de populations larvaires en deça du seuil économiquement nuisible.

Le Service des études environnementales (SEE) du Ministère a effectué une étude visant à évaluer la dérive de l'insecticide biologique dans certaines municipalités localisées à proximité des secteurs traités. Cette recherche, qui s'inscrit dans le programme de suivi environnemental relié aux pulvérisations d'insecticides en milieu forestier (Dostie et al., 1987), permet de mesurer les concentrations auxquelles les citoyens peuvent être exposés. Rappelons que des études similaires ont été réalisées lors des années passées en ce qui a trait notamment aux insecticides chimiques (Major et al., 1984a; 1984b; 1986a; Dugal et Major, 1987) et biologiques (Major et al., 1985, 1986b; Dugal et Major, 1987).

Lors de la réalisation du contrôle de la qualité des insecticides, le SEE, par l'entremise de son laboratoire de microbiologie, a identifié en 1987 la présence de microorganismes de type Enterococcus sp. dans les préparations commerciales de B.t. utilisées au Québec contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette. C'est pourquoi, nous avons instauré un autre projet d'échantillonnage de l'air dans le but d'évaluer le niveau de contamination provoqué par ces bactéries dans une des municipalités à l'étude. Il convient cependant de mentionner que la contamination des lots d'insecticides par ces microorganismes a été jugée peu importante compte tenu des faibles concentrations retrouvées et de la nature même des bactéries.

1. TERRITOIRE

Le programme de pulvérisations de 1987 couvre une superficie de 197 992 hectares répartis dans les régions de la Côte-Nord et du Bas-St-Laurent-Gaspésie (Figure 1). Il est important de noter que des pulvérisations ont aussi été effectuées en forêts privées par le Service Canadien des forêts (SCF). Ces traitements, également réalisés à l'aide de l'insecticide biologique, ont couvert une superficie totale de 7 100 hectares (Anonyme, 1987). Les superficies traitées par cet organisme n'apparaissent pas sur la figure 1 en raison de la faible taille des parcelles. Toutefois, comme elles sont situées dans les mêmes régions et souvent à proximité des stations d'échantillonnage de cette étude, elles ont été prises en considération dans l'interprétation des résultats.


69°
68°
67°
66°
65°
49°
48°
Baie-Trinité
Baie-Comeau
SAINT - LAURENT
FLEUVE
Manche d'Épée
Rivière-la-Madeleine
Sainte-Anne-des-Monts
Murdochville
Gaspé
Colombier
Forestville
Matane
Mont-Joli
Rimouski
Amqui
Causapscal
Percé
Chandler
Sainte-Florence
Trois-Pistoles
New-Richmond
Bonaventure
Saint-François d'Assise
Cabano
Dégelis
0 20 40 60 80 100
kilomètres
Figure 1 : TORDEUSE DES BOURGEONS DE L'ÉPINETTE
SUPERFICIES TRAITÉES EN 1987
Quadrimoteur
Monomoteur
Station d'échantillonnage

2. MÉTHODOLOGIE

2.1 Pulvérisations

La période durant laquelle le programme de pulvérisations fut réalisé s'échelonne du 31 mai au 19 juin 1987 (Annexe 1). Les aéronefs utilisés sont des quadrimoteurs de type DC-4 et DC-6 de même que des monomoteurs de type Bull Thrush et Turbo Thrush. Les quadrimoteurs, guidés par des unités Litton^{MD} de navigation par inertie, sont équipés d'un système de pulvérisations constitué de longerons munis de 110 gicleurs ouverts de marque Spraying System^{MD}. D'autre part, des longerons munis de 6 Mini Micronair AU-5000^{MD} constituent le système de pulvérisations des monomoteurs. Durant les opérations, ces derniers sont guidés visuellement par un avion pointeur. Mentionnons que les aires traitées n'ont reçu qu'une seule application.

2.2 Préparation d'insecticide

Pour la première fois au Québec, seul l'insecticide biologique fut utilisé pour lutter contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Le Dipel 132^{MD} dont l'ingrédient actif est le Bacillus thuringiensis var. kurstaki, a été employé de façon opérationnelle sur 197 065 hectares de forêts publiques. Ce produit est appliqué à un taux de 30 MUI[1]/ha dans un volume de 2,37 ℓ/ha. De plus, une parcelle expérimentale d'une superficie de 927 hectares a reçu une application de Dipel 176^{MD} à un taux de 30 MUI/ha dans un volume de 1,77 ℓ/ha.

Tel que mentionné précédemment, un autre programme de pulvérisations a été réalisé par le Service Canadien des Forêts (SCF). Lors de ce programme, le Futura^{MD} a été utilisé sur 7 100 hectares de forêts privées du sud-est du Québec au taux de 20 MUI/ha et dans un volume final de 2,5 ℓ/ha (Anonyme, 1987).

---

1. MUI: Milliards d'unités internationales

2.3 Localisation des stations d'échantillonnage

Les municipalités de Colombier sur la Côte-Nord et de Manche d'Épée, Ste-Florence et St-François d'Assise en Gaspésie ont été sélectionnées pour faire l'objet de cette étude (Figure 1). Les stations sont établies dans la cour arrière de maisons privées, sur des terrains découverts au relief peu accidenté. De plus, ces stations de prélèvement sont situées en aval des vents dominants par rapport aux secteurs traités et localisées à moins de 5 km des parcelles les plus proches.

2.4 Échantillonnage de l'air

2.4.1 *Bacillus thuringiensis*

À chacune des stations, le programme d'échantillonnage de l'air a débuté environ quinze jours avant le début des pulvérisations pour se terminer environ une semaine après la fin des opérations. Chaque prélèvement, d'une durée d'environ 24 heures, est effectué à l'aide d'une pompe d'échantillonnage Sierra-Misco^{MD} (modèle 88) fonctionnant à un débit approximatif de 20 ℓ/min.

Le capteur est composé d'une membrane filtrante, d'un papier filtre et de deux plaquettes perforées. La rétention des spores de *B.t.* est assurée par une membrane filtrante Millipore^{MD} en ester de cellulose ayant une porosité de 0,45 µm et un diamètre de 4,7 cm. La membrane est déposée sur un papier filtre Whatman^{MD} et le tout est inséré entre deux plaquettes perforées en acier inoxydable (Figure 2). Le capteur est stérilisé à l'oxyde d'éthylène en milieu hospitalier et demeure scellé jusqu'au moment de son utilisation. Notons qu'à la suite des tests réalisés en laboratoire en 1987, cette méthode de stérilisation s'avère très efficace.

Au moment de l'échantillonnage, le capteur est installé entre deux cloches de verre préalablement stérilisées. L'étanchéité du système est assurée par des joints annulaires de caoutchouc. Ce dispositif est alors relié à la pompe. Major *et al.* (1985) mentionnent que ces dispositifs ont une très bonne efficacité de rétention pour les spores de *B.t.* Après la période de prélèvement, le

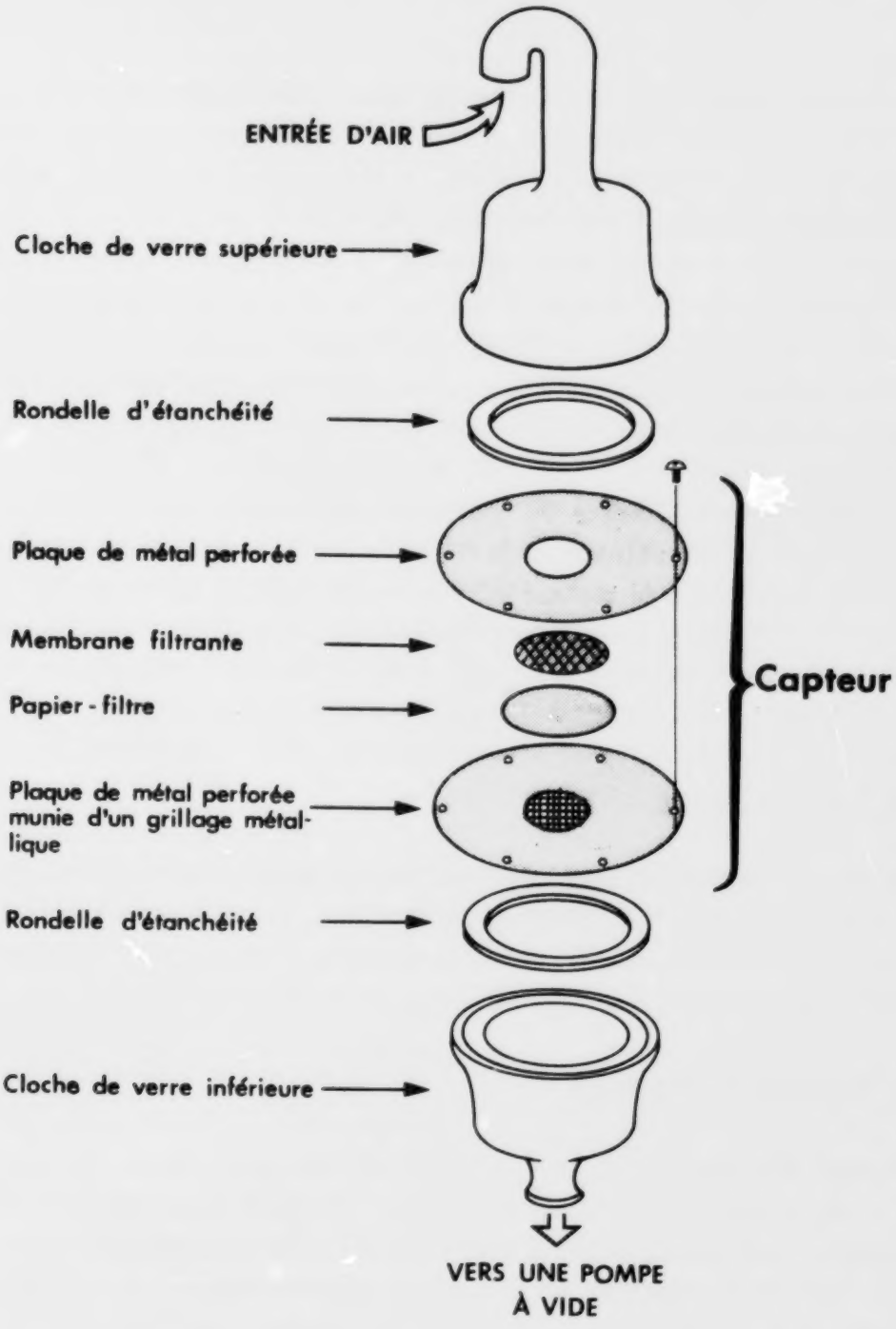


Figure 2: Schéma du dispositif utilisé pour l'échantillonnage d'insecticide biologique dans l'air en 1987

capteur est déposé dans une boîte de Pétri stérile et gardé au congélateur jusqu'à l'analyse en laboratoire.

2.4.2 Enterococcus sp.

Le programme de suivi visant à évaluer le niveau de contamination par les bactéries de type Enterococcus sp. s'est déroulé à Manche d'Épée. L'échantillonnage a commencé deux jours avant le début des traitements dans cette région soit du 5 au 16 juin 1987.

La méthode d'échantillonnage de l'air est identique à celle décrite précédemment à la seule exception que le filtre, une fois la période de prélèvement complétée, est retiré du capteur et déposé directement sur un milieu de culture sélectif M. Enterococcus. Cette démarche permet d'initier la période d'incubation. L'échantillon est aussitôt acheminé au laboratoire pour fins d'analyse.

2.5 Méthode analytique

Les analyses sont effectuées au laboratoire de microbiologie du Service des études environnementales (SEE) du MER. La méthodologie analytique utilisée pour déterminer les concentrations de Bacillus thuringiensis et d'Enterococcus sp. dans les échantillons, est présentée ci-après.

2.5.1 Bacillus thuringiensis

Le capteur est démonté et le filtre est déposé dans 200 ml de Tween 80[1] stérile. La préparation est agitée pendant 30 minutes à l'aide d'un agitateur mécanique. Quelques gouttes d'anti-moussant stérile sont alors ajoutées. Le filtre est rincé avec 50 ml d'eau stérile et déposé sur gélose nutritive[1] (Nutrient Agar) pour décompte ultérieur des spores y adhérant.

---

1. La composition du Tween 80 et de la gélose nutritive apparaît à l'annexe 2.

Le volume total de 250 ml est agité pendant 30 secondes pour une meilleure homogénéisation. Deux volumes de 50 ml et un volume de 100 ml sont prélevés et analysés par filtration sous vide à l'aide d'entonnoirs munis de filtres Millipore^{MD} d'une porosité de 0,45 µm. Ensuite, ces filtres sont déposés sur gélose nutritive pour une période d'incubation de 24 heures à 29°C.

Le décompte est réalisé en choisissant les Pétris contenant entre 20 et 80 colonies et en considérant seulement les colonies semblables au B.t., soit de couleur beige, plates et d'apparence rugueuse. Le pourcentage de B.t. est déterminé sur un Pétri réincubé pour une période totale de 50 heures. Cette période d'incubation permet le développement de la spore et la libération du cristal (corps protéique), caractéristique au B.t. De ce Pétri, des frottis sur lames sont préparés à partir de 20 colonies. Une coloration développée par Smirnoff (1962) est appliquée pour mettre en évidence le cristal de B.t. Le volume restant de 50 ml est conservé à 4°C. Si le décompte sur membrane est plus grand que 80, des volumes plus petits sont alors filtrés. Au nombre total d'U.F.C.[1] extrapolé pour 250 ml, est ajoutée la quantité retenue par le filtre d'échantillonnage.

Toutes les manipulations sont effectuées sous une hotte biologique à flux laminaire afin de diminuer les risques de contamination. Des témoins avant et après filtration sont analysés pour s'assurer de la stérilité du matériel utilisé. La méthodologie détaillée de l'analyse est décrite dans Cardinal (1986).

---

1. U.F.C.: Unités formant des colonies, lesquelles peuvent provenir d'une ou de plusieurs spores (Collins et Lyne, 1984).

2.5.2 Enterococcus sp.

Tel que mentionné précédemment, l'échantillon parvient au laboratoire dans un plat de Pétri contenant un milieu de culture sélectif de type M-Enterococcus[1]. L'échantillon est alors incubé à 37°C pendant environ 48 heures. L'identification et le dénombrement des streptocoques fécaux sont rendus possible grâce à la réduction du chlorure de triphényltétrazolium, un composé incolore, en un composé de couleur rouge brique, le formosan.

Pour différencier l'espèce Enterococcus faecalis de l'espèce Enterococcus faecium, les colonies de couleur rouge brique sont repiquées sur une gélose sang. Après une incubation de 18 à 24 heures à 37°C, les colonies sont suspendues dans un sérum physiologique pour identification à l'aide de galeries API^{MD}.

---

1. La composition du milieu sélectif M. Enterococcus est présentée à l'annexe 2.

3. RÉSULTATS

3.1 *Bacillus thuringiensis*

Au total, 159 échantillons d'air ont été prélevés dans les quatre municipalités à l'étude. Les résultats, exprimés en U.F.C./m³, représentent les concentrations moyennes observées durant 24 heures (Tableau 1).

3.1.1 Colombier

Au cours des 38 journées de prélèvement à Colombier, la présence de *B.t.* a été décelée dans un seul échantillon. Ce dernier recelait une concentration de 0,29 U.F.C./m³ et correspond à la période de prélèvement du 10 juin 1987.

3.1.2 Manche d'Épée

Entre le 16 mai et le 25 juin 1987, le *B.t.* a été détecté dans 11 des 41 échantillons prélevés à Manche d'Épée. Les concentrations, très faibles, vont de 0,13 à 0,39 U.F.C./m³. Mentionnons qu'un échantillon a été annulé en raison du bris des filtres.

3.1.3 Ste-Florence

Le *B.t.* a été détecté dans seulement 3 des 39 échantillons analysés provenant de Ste-Florence. Un échantillon a été annulé à cause du bris du filtre. Les concentrations mesurées sont respectivement de 0,15, 0,43 et 0,73 U.F.C./m³.

3.1.4 St-François d'Assise

Quarante échantillons d'air ont été récoltés entre le 17 mai et le 25 juin 1987. L'analyse des échantillons révèle que les concentrations varient de non-détectées (< 0,11 U.F.C./m³) à 59,54 U.F.C./m³.

TABLEAU 1: Concentrations d'insecticide biologique (B.t.) détectées dans les échantillons d'air prélevés dans les municipalités surveillées en 1987

DATE[1]	CONCENTRATION (U.F.C./m³)[2]			
	COLOMBIER	MANCHE D'ÉPÉE	STE-FLORENCE	ST-FRANCOIS D'ASSISE
87-05-15	N.D.[3]	-	-	-
16	N.D.	N.D.	-	-
17	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
18	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
19	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
20	N.D.	*	*	N.D.
21	N.D.	0,15	N.D.	N.D.
22	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
23	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
24	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
25	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
26	N.D.	0,14	N.D.	N.D.
27	N.D.	0,39	N.D.	N.D.
28	N.D.	N.D.	N.D.	0,22
29	N.D.	0,13	N.D.	N.D
30	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
31	N.D.	N.D.	N.D.	0,30
06-01	N.D.	N.D.	N.D.	3,00
02	N.D.	N.D.	N.D.	5,19
03	N.D.	N.D.	N.D.	59,54
04	N.D.	N.D.	N.D.	5,57
05	N.D.	N.D.	N.D.	1,12
06	N.D.	N.D.	N.D.	2,70
07	N.D.	0,17	N.D.	N.D.
08	N.D.	N.D.	N.D.	0,23
09	N.D.	N.D.	N.D.	0,37
10	0,29	0,25	N.D.	0,15
11	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
12	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
13	N.D.	0,16	N.D.	0,19
14	N.D.	0,15	0,73	0,28
15	N.D.	0,14	N.D.	0,11
16	N.D.	0,15	N.D.	N.D.
17	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
18	N.D.	N.D.	0,15	N.D.
19	N.D.	N.D.	0,43	N.D.
20	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
21	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
22	-	N.D.	N.D.	0,14
23	-	N.D.	N.D.	1,29
24	-	N.D.	N.D.	N.D.
25	-	0,15	N.D.	N.D.

1. Date de début de la période de prélèvement
2. Concentrations moyennes durant 24 heures
3. Non-détecté (< 0,11 U.F.C./m³ ou 3 U.F.C. dans l'échantillon)

* Échantillon annulé

3.2 Enterococcus sp.

Au cours des douze journées de prélèvement à Manche d'Épée, on a décelé la présence de bactéries du genre Enterococcus pendant deux jours consécutifs, soient les 07 et 08 juin 1987. Les concentrations détectées sont respectivement de 0,05 et 0,2 U.F.C./m^3 (soit 1 et 4 spores dans l'échantillon de 24 heures). Des analyses supplémentaires ont permis d'identifier l'espèce Enterococcus faecium comme responsable de cette très faible contamination.

4. DISCUSSION

4.1 Bacillus thuringiensis

Dans chacune des quatre municipalités à l'étude, les concentrations de B.t. supérieures à la limite de détection (0,11 U.F.C./m³) sont observées de façon sporadique durant toute la durée du programme d'échantillonnage. Toutefois, le niveau de contamination est très faible. En effet, moins de 5% des échantillons analysés recèlent des concentrations supérieures 1 U.F.C./m³; ces dernières ayant toutes été détectées dans la municipalité de St-François d'Assise. Les concentrations mesurées à Colombier, Manche d'Épée et Ste-Florence sont inférieures à 0,75 U.F.C./m³.

Bien qu'il ne soit pas possible d'établir une relation directe entre la distance des aires traitées, l'occurence des pulvérisations et les concentrations mesurées journellement dans chacune des municipalités, il convient de mettre en évidence le fait que 6 des 7 concentrations supérieures à 1 U.F.C./m³ ont été observées conséquemment à des pulvérisations effectuées à moins de 20 km du poste d'échantillonnage. Cette constatation corrobore les résultats obtenus en 1986 (Dugal et Major, 1987).

Entre le 1er et le 6 juin 1987, période durant laquelle les concentrations mesurées à St-François d'Assise ont été supérieures à 1 U.F.C./m³, le MER de même que le SCF ont réalisé respectivement 3 et 5 traitements à moins de 20 km de la station de prélèvement (Annexe 1; Anonyme, 1987). Cette période correspond d'ailleurs à celle où les traitements à proximité des stations ont été les plus intensifs durant l'été 1987.

Une concentration de 1,29 U.F.C./m³ a été mesurée le 23 juin 1987 à St-François d'Assise alors que le programme de pulvérisations dans ce secteur a pris fin le 18 juin 1987. De plus, aucun traitement au B.t. n'a été effectué en milieu agricole (Marcel Michaud, bureau régional MAPAQ - Rimouski, communication personnelle, 1988). Une contamination due aux manipulations ou à l'analyse pourrait être à l'origine de cette valeur inattendue.

À titre de comparaison, les résultats obtenus en 1984, 1985 et 1986 dans diverses municipalités de l'est du Québec ont été considérés. Le pourcentage de résultats dont la valeur est inférieure à 1 U.F.C./m³ pour chacune des années est respectivement de 63%, 87% et 91% (Dugal et Major, 1987). En 1987, rappelons que 95% des concentrations sont en deça de 1 U.F.C./m³. De même, la concentration maximale détectée en 1987 est de 59,54 U.F.C./m³ alors qu'on a déjà détecté jusqu'à 938,24 U.F.C./m³ (1985) lors des années précédentes (Dugal et Major, 1987). Ainsi, il est intéressant de constater que les concentrations de B.t. dans les municipalités localisées à proximité des aires traitées sont inférieures à celles des années précédentes. Des facteurs tels l'envergure des programmes annuels de pulvérisations, les conditions météorologiques, le type d'appareils utilisés et la composition de la préparation commerciale du produit employé pourraient influencer la quantité d'insecticide qui dérive de la parcelle traitée. Cependant, il faut être conscient qu'aucun de ces facteurs pris individuellement ne peut expliquer à lui seul la diminution des concentrations de B.t. observée depuis 1984 à l'extérieur des aires traitées.

En 1984 et 1987, les superficies faisant l'objet de traitements au B.t. ont été respectivement de 306 000 ha, 483 000 ha, 18 000 ha et 198 000 ha. Les programmes de pulvérisations réalisés durant les deux dernières années sont donc de moins grande envergure que ceux initiés en 1984 et 1985. Au niveau des conditions météorologiques, la direction et la vitesse des vents de même que la température et l'humidité sont des facteurs susceptibles de modifier considérablement le comportement de l'insecticide dans l'air. Toutefois, dans le but de démontrer la diminution des concentrations observées depuis 1984, il serait hasardeux de tenter d'établir une relation directe entre les conditions météorologiques et les niveaux de concentrations détectées dans les municipalités.

Dugal et Major (1987) signalent que l'utilisation exclusive de monomoteurs semble contribuer à une diminution des concentrations au voisinage des aires traitées puisque les monomoteurs opèrent à une plus basse altitude que les quadrimoteurs. Les résultats obtenus cette année corroborent ces travaux. En effet, la concentration maximale détectée à Colombier et à Manche d'Épée est de

0,39 U.F.C./m³ alors qu'on a détecté jusqu'à 59,54 U.F.C./m³ à St-François d'Assise, secteur traité à l'aide de quadrimoteurs.

En 1987, les préparations commerciales de B.t. utilisées au Québec contenaient de l'huile minérale de type pharmaceutique. Ces préparations diffèrent de celles des années précédentes qui étaient à base d'eau. Le taux d'évaporation de ces deux composantes étant différent, on peut s'attendre à ce que le comportement de l'insecticide dans l'air soit sensiblement modifié selon que le produit soit à base d'huile ou d'eau.

Les faibles concentrations de B.t. détectées au cours de cette étude sont du même ordre de grandeur ou inférieures à celles mesurées lors des études antérieures. Elles ne représenteraient donc que très peu de risques pour les populations concernées (Major et al., 1985).

4.2 Enterococcus sp.

Lors du contrôle de la qualité des préparations commerciales de B.t. utilisées au Québec, le laboratoire de microbiologie du SEE a identifié la présence de bactéries de type Enterococcus faecalis et Enterococcus faecium. Après consultation d'organismes spécialisés de santé et des autorités compétentes, la contamination des lots d'insecticides par ces bactéries a été jugée peu importante compte tenu des faibles concentrations rencontrées et de la nature même des bactéries. Le ministère de l'Environnement a alors autorisé les pulvérisations aériennes de B.t. sur l'ensemble des territoires prévus au programme de protection de 1987.

En général, les entérocoques sont de bons indicateurs des conditions de pollution et de salubrité (Diebel and Hartman, 1976). En effet, en raison de leur grande résistance au froid et à la chaleur, on utilise les entérocoques à titre d'indicateurs afin d'identifier la présence probable de microorganismes entéropathogènes tels que certains coliformes fécaux (Banwart, 1979).

Les entérocoques se retrouvent naturellement chez les animaux homéothermes et poïkilothermes de même que chez les insectes et les plantes (Sneath et al.,

1986; Diebel and Hartman, 1976). Chez l'homme, ces organismes peuvent être à l'origine de certaines infections endogène ou exogène. Dans le premier cas, la flore endogène peut envahir l'organisme chez les individus immunodéficients et ainsi occasionner divers problèmes de santé. En effet, Lennette et al. (1985) signalent que les bactéries appartenant au groupe D de la classification de Lancefield (dont les entérocoques font partie) sont responsables d'approximativement 10% des infections du tractus urinaire et 20% des cas d'endocardite bactérienne aigüe. Ils mentionnent également que de telles infections peuvent prédisposer le patient à une méningite.

Dans le second cas, les symptômes d'infection alimentaire causés par les entérocoques sont principalement des nausées, des douleurs abdominales, de la diarrhée et quelquefois, le vomissement (Anonyme, 1976). L'être humain est exposé à ce type d'infection puisque ces micro-organismes se retrouvent communément dans plusieurs produits destinés à la consommation. Notons que leur présence dans les aliments est rarement reliée à une contamination d'origine fécale (Sneath et al., 1986). Le gouvernement canadien a émis des normes afin de contrôler la quantité d'entérocoques dans les aliments. En effet, selon le guide de référence microbiologique pour les aliments prêts à manger, Santé et Bien-Être Canada indique que le nombre d'entérocoques fécaux par gramme d'aliments secs ou humides doit être inférieur à 100 (Pierre Lacasse, microbiologiste, laboratoire d'expertise alimentaire, MAPAQ - Québec, communication personnelle, 1987).

Durant le programme d'échantillonnage de l'air dans la municipalité de Manche d'Épée, seule l'espèce Enterococcus faecium a été détectée pendant deux jours consécutifs sur une période totale de douze jours. Il est important de mentionner que les concentrations détectées sont très faibles; 0,05 U.F.C./m^3 et 0,2 U.F.C./m^3 soit 1 et 4 U.F.C. dans l'échantillon de 24 heures. Il est donc très peu probable que cette faible contamination engendre des risques pour les citoyens habitant les municipalités avoisinantes des aires traitées contre la tordeuse, en 1987.

BIBLIOGRAPHIE

ANONYME, 1976. Diseases Transmitted by Foods. U.S. Department of Health, Education and Welfare, Atlanta, Georgia 30333. 63 p.

ANONYME, 1987. Programme de pulvérisation aérienne de Bacillus thuringiensis en forêt privée dans l'est du Québec. Document préparé par l'Office des producteurs de bois de la Pocatière, le Syndicat des producteurs de bois du Bas-Saint-Laurent, le Syndicat des producteurs de bois de la Gaspésie avec la participation du Service canadien des forêts, 58 p.

BANWART, G.J., 1979. Basic Food Microbiology. AVI Publishing Company Inc., Wesport, Connecticut. 781 p.

CARDINAL, P., 1986. Cahier des méthodologies analytiques pour le Bacillus thuringiensis. Gouvernement du Québec, ministère de l'Energie et des Ressources, Service des études environnementales, 29 p.

COLLINS, C.H. et M.P. LYNE, 1984. Microbiological Methods. Fifth Edition, Butterworths. Chap. 9.

DIEBEL, R.H. and P.A. HARTMAN in Speck, M.L., 1976. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. Prepared by the APHA Intersociety / Agency Committee on Microbiological Methods for Foods. 701 p.

DOSTIE, R., P.-M. MAROTTE, J. DUGAL, J. CABANA et S. DELISLE, 1987. Description des projets de suivi environnemental devant être effectués dans le cadre du programme de pulvérisations aériennes contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Gouvernement du Québec, ministère de l'Energie et des Ressources, Service des études environnementales, 16 p.

DUGAL,J. et L. MAJOR, 1987. Résidus d'insecticides dans l'air de certaines municipalités suite aux pulvérisations aériennes contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette, en 1986. Gouvernement du Québec, ministère de l'Energie et des Ressources, Service des études environnementales, 29 p.

LENNETTE, E.H., A. BALOWS, W.J. HAUSTER and H.J. SHADOMY, 1985. Manual of Clinical Microbiology. American Society for Microbiology, Library of Congress Cataloging in Publication Data. Fourth Edition; Washington D.C., Chap. 16.

MAJOR, L., G. MAMARBACHI, G. ROUSSEAU, N. ST-LOUIS et T. ADLEY, 1984a. Surveillance des pulvérisations aériennes d'insecticides contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette, au Québec, en 1983: Echantillonnage de l'air. Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec et Eco-Recherches Inc., 30 p.

MAJOR, L., G. ROUSSEAU et G. MAMARBACHI, 1984b. Surveillance des pulvérisations aériennes d'insecticides contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette, au Québec, en 1984: Résidus d'insecticides chimiques dans l'air de certaines agglomérations urbaines de la région 01. Gouvernement du Québec, ministère de l'Energie et des Ressources, Service de l'entomologie et de pathologie, Division environnement et sécurité, 14 p.

MAJOR, L., G. ROUSSEAU et B. LAMONTAGNE, 1985. Surveillance des pulvérisations aériennes d'insecticides contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette, au Québec, en 1984: Résidus d'insecticides biologiques dans l'air de deux agglomérations urbaines de la région 01. Gouvernement du Québec, ministère de l'Energie et des Ressources, Service d'entomologie et de pathologie, Division environnement et sécurité, 52 p.

MAJOR, L., G. ROUSSEAU et G. MAMARBACHI, 1986a. Résidus de fénitrothion dans l'air de trois municipalités de la région Bas-St-Laurent/Gaspésie. Gouvernement du Québec, ministère de l'Energie et des Ressources, Service des études environnementales, 17 p.

MAJOR, L., G. ROUSSEAU et P. CARDINAL, 1986b. Concentrations d'insecticides biologiques dans l'air de sept municipalités situées au voisinage des aires traitées. Gouvernement du Québec, ministère de l'Energie et des Ressources, Service des études environnementales, 33 p.

SMIRNOFF, W.A., 1962. " A Staining Method for Differentiating Spores, Crystals and Cells of Bacillus thuringiensis (Berliner)". J. Ins. Path. 4: 384-386.

SNEATH, P.H.A., N.S. MAIR, M.E. SHARPE and J.G. HOLT, 1986. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Williams and Wilfins, Baltimore, Vol. 2, Section 12.

ANNEXE 1

Déroulement des opérations de pulvérisations
réalisées par le MER en 1987

DATE	AIRE TRAITÉE	DATE	AIRE TRAITÉE	DATE	AIRE TRAITÉE
05-31 pm	109 p[1]	06-08 am	106 p	06-13 pm	104 p
			111 p		106 p
06-01 pm	109 p		211 c[2]		108 c
			213 p		205 p
06-02 am	109 p		309 c		213 p
			310 c		306 p
06-03 pm	302 c		402 c		405 p
	303 c				
		06-08 pm	202 p	06-14 am	113 p
06-05 pm	301 p		301 p		114 c
			406 p		115 c
06-06 pm	208 p				205 p
	105 p	06-09 pm	202 p		305 p
	111 p		405 p		306 p
	308 c				405 p
		06-10 pm	106 p		
06-07 am	204 p		107 c	06-17 pm	113 p
	105 p		204 p		205 p
	106 p		208 p		206 p
	109 p		209 c		405 p
	111 p		213 p		
	304 p			06-18 am	116 p
	407 c	06-11 pm	405 p		210 c
					212 c
06-07 pm	204 p	06-13 am	104 p		405 p
	208 p		110 c		
	111 p		307 c	06-18 pm	112 p
	304 p				116 p
	401 c				201 c
					403 p
				06-19 pm	403 p
					404 c

1. p: partiellement
2. c: complètement

ANNEXE 2

Composition de la gélose nutritive, du Tween 80 et du milieu sélectif M. Enterococcus

- Gélose nutritive (Nutrient Agar)

	Par litre d'eau distillée
• Extrait de boeuf	3,0 g
• Peptone	5,0 g
• Agar	15,0 g

- Tween 80

  • Polyoxyéthylène sorbitane monooléate 0,1% à pH 7,2

- M. Enterococcus

• Tryptone	20 g
• Extrait de levure	5 g
• Dextrose	2 g
• Phosphate Dipotassium	4 g
• "Azide" de sodium	0,4 g
• Agar	10 g
• 2, 3, 5 - triphenyltetrazolium	0,1 g
• Chlorure	0,1 g
• Eau distillée	1 000 ml

• pH final 7,2 ± 0,2 à 25°C